

سلسلة المحاضرات الإلكترونية في علم المساحة
E – Learning courses

حساب الحجوم

Calculation of Volumes

أ.د / سعيد المغربي
قسم مدنى - هندسة الأزهر

المحتويات

الباب الأول : حساب حجم الأشكال الهندسية المنتظمة

الباب الثانى : حساب مكعبات الحفر والردم للقطاعات العرضية والطولية

الفصل الأول : حساب مكعبات القطاعات العرضية

الفصل الثانى : حساب مكعبات القطاعات الطولية

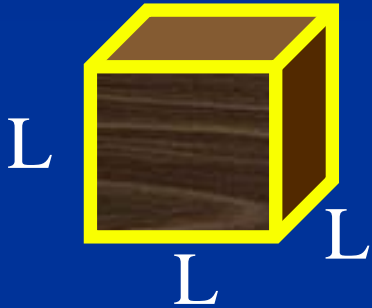
الباب الثالث : حساب مكعبات الحفر والردم من مناسب النقاط

الباب الرابع : حساب مكعبات الحفر والردم من خطوط الكنتور

الباب الأول

حساب حجم الأشكال الهندسية المنتظمة

حجم الأشكال المنتظمة



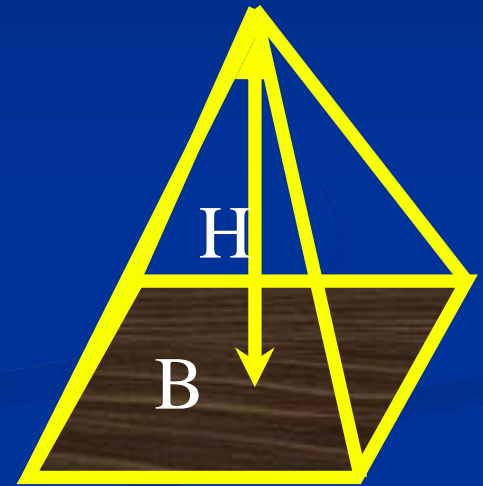
حجم المكعب

$$L^3$$



حجم متوازي
المستطيلات

$$LWH$$

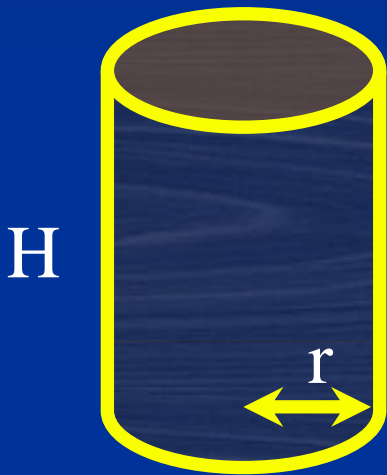


حجم الهرم

$$(1/3)BH$$

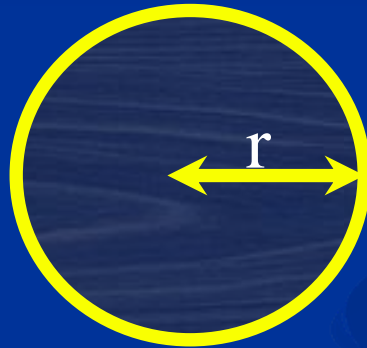
= مساحة القاعدة

حجم الأشكال المنتظمة



حجم الاسطوانة

$$= \pi r^2 H$$



حجم الكرة

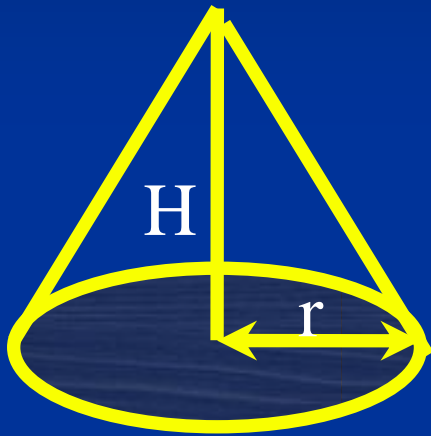
$$= (4/3) \pi r^3$$



حجم القطع الناقص
الدائري

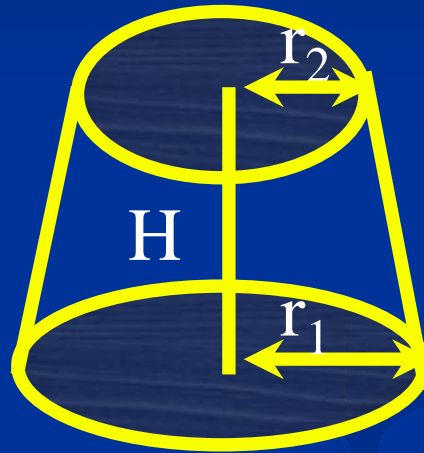
$$= (4/3) r_1 r_2 r_3$$

حجم الأشكال المنتظمة



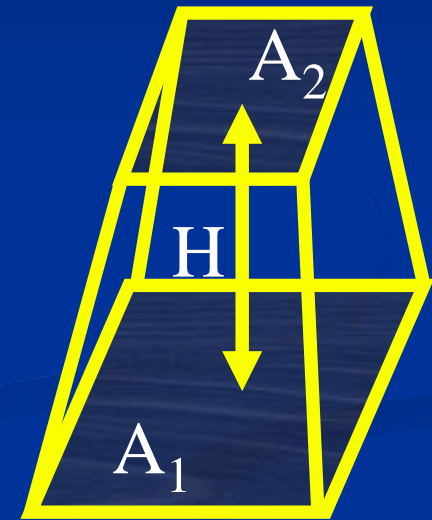
حجم المخروط

$$= (1/3) \pi r^2 H$$



حجم المخروط الناقص

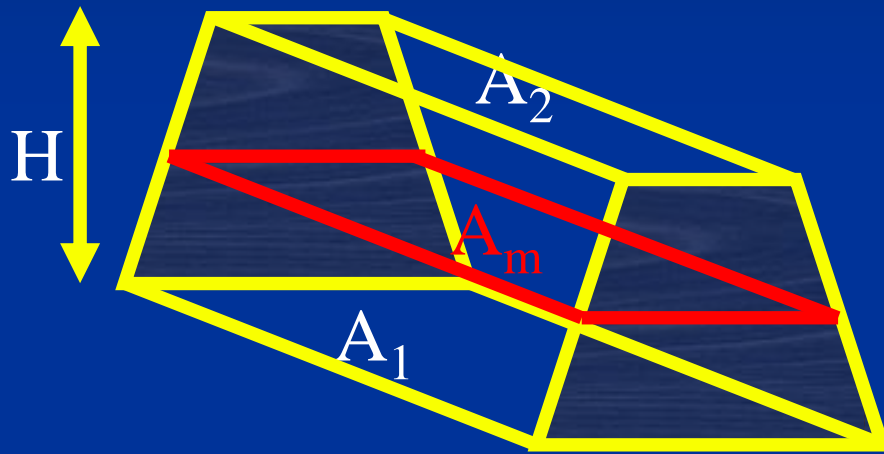
$$= (1/3) \pi H (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)$$



حجم الهرم الناقص

$$= (H/3)(A_1 + A_2 + (A_1 A_2)^{1/2})$$

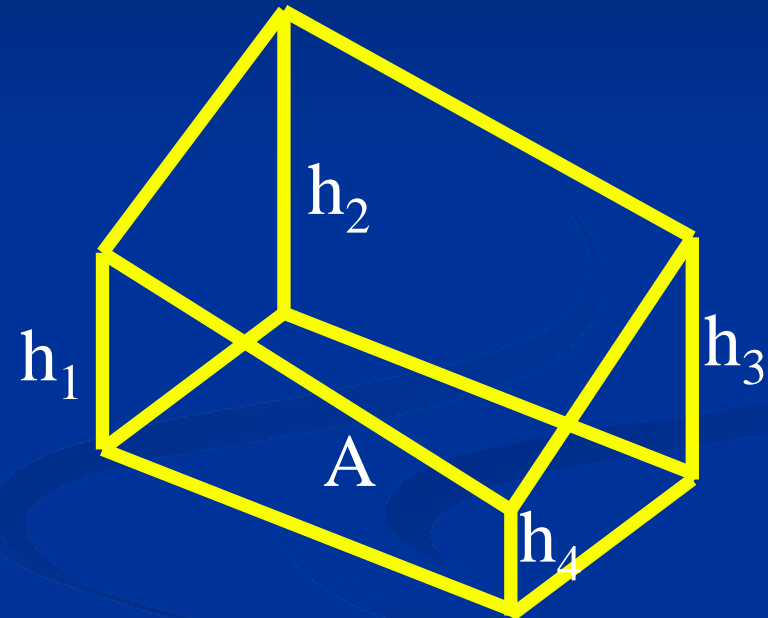
حجم الأشكال المنتظمة



حجم المنشور الناقص

$$= (H/6)(A_1 + 4 A_m + A_2)$$

مساحة القاعدة المتوسطة = A_m



حجم متوازي المستطيلات الناقص

$$= A (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) / 4$$

مساحة القاعدة = A

الباب الثانى

حساب مكعبات الحفر والردم للقطاعات العرضية والطولية

الفكرة الأساسية لحساب مكعبات الحفر والردم

باستخدام القطاعات الطولية والعرضية

يستعمل حساب مكعبات الحفر والردم للقطاعات فى المشاريع الهندسية الممتدة طوليا وعرضيا مثل مشاريع الطرق والأنفاق وحفر خطوط الأنابيب والترع والمصارف والكبارى وخلافه .

ولحساب مكعبات الحفر والردم :

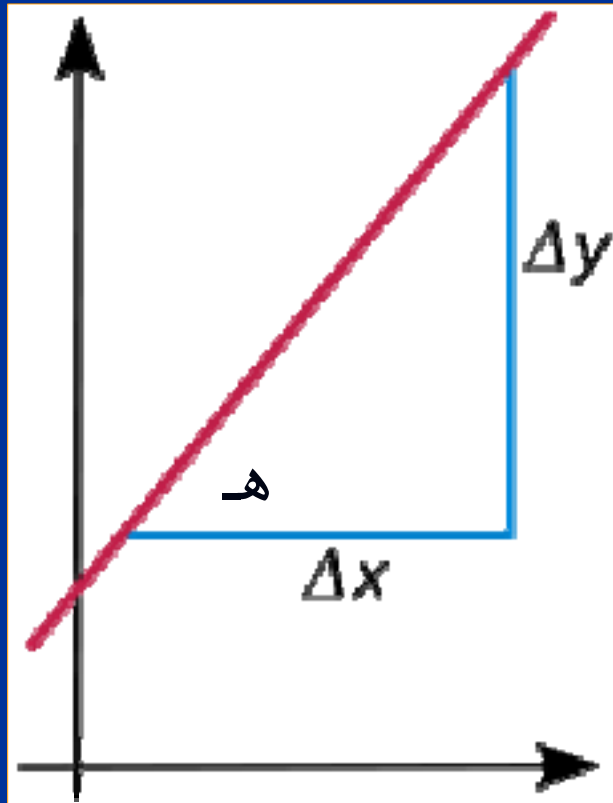
- ١- تقسم المنطقة فى الاتجاه الطولى الى عدة أجزاء كل منها محصور بين قطاعين عرضيين وذلك باعتبار ان الأرض منتظمة بين هذين القطاعين.
- ٢ - يحسب مساحة كل قطاع عرضى.
- ٣- يحسب حجم كل جزء محصور بين قطاعين عرضيين على أساس أنه منشور مجسم.
- ٤ – يتم تجميع حجم كل جزء لنحصل على الحجم الكلى لمكعبات الحفر والردم.

الباب الثانى – الفصل الأول

حساب مكعبات الحفر والردم للقطاعات العرضية

تعريف الميول الجانبية فى القطاعات العرضية

الميل الجانبى : هو ظل زاوية الميل الجانبى للقطاع العرضى ويرمز لها بالنسبة ١ : ن (١ رأسى، ن أفقى) أى ما يذكر أولاً هو القيمة الرأسية.

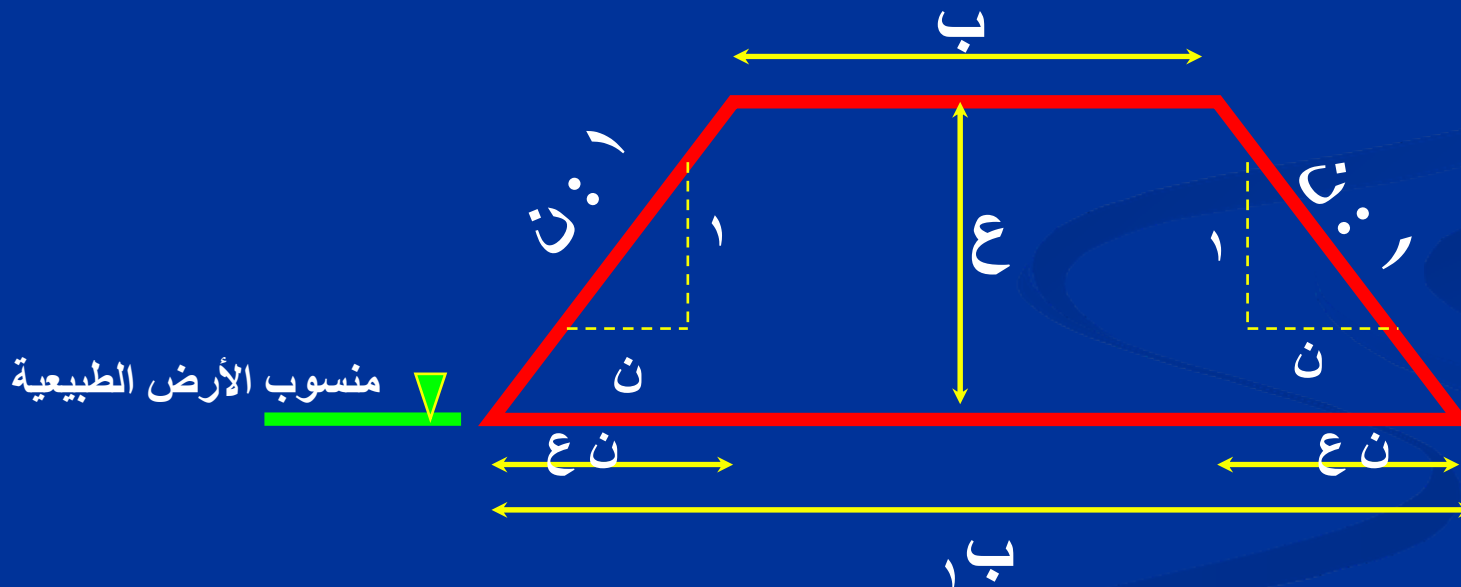


ظا هـ = Δ ص \ Δ س
حيث Δ ص = ١ ، Δ س = ن

مساحة القطاعات العرضية

يتكون القطاع العرضي من:

- ١ - عرض ثابت ب يمثل عرض المنشأ الهندسي
- ٢ - ارتفاع الحفر أو الردم يرمز له بالرمز ع
- ٣ - وميول جانبية يرمز لها بالنسبة ١ : ن.



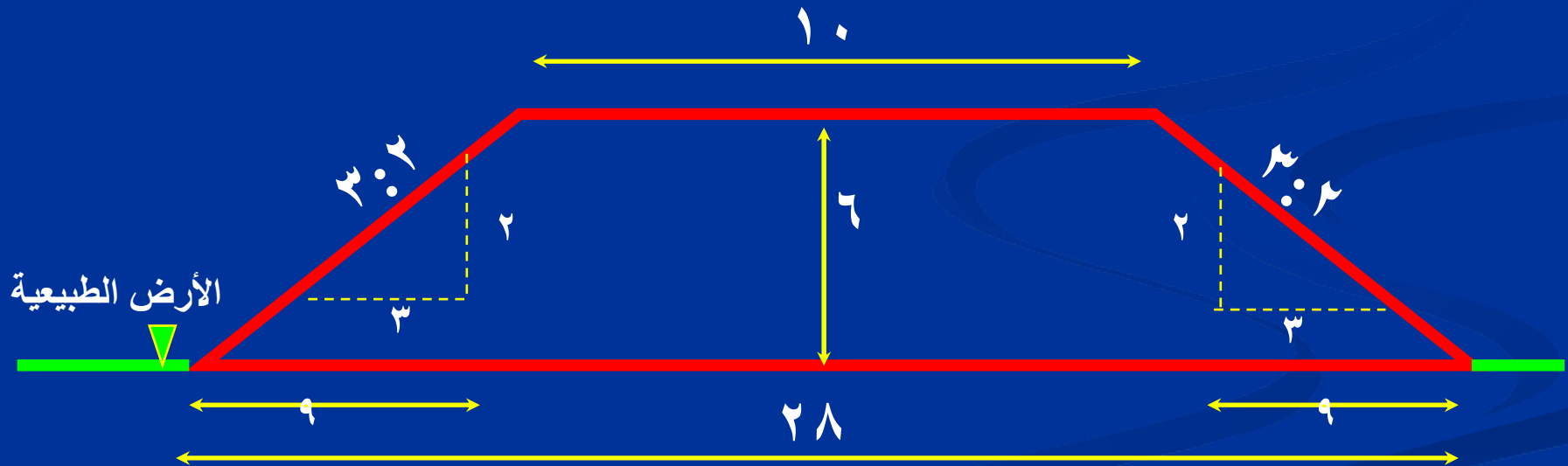
$$م = ع \cdot (ب + ب_1) \cdot \frac{1}{2} = ع \cdot (ب + ب + ن \cdot ع) \cdot \frac{1}{2} = ع \cdot (ب + ن \cdot ع)$$

أمثلة على حساب مساحة القطاعات العرضية

مثال ١ : احسب مساحة قطاع الردم لطريق عرضه ١٠ متر وارتفاع الردم ٦ متر وميوله الجانبية ٢ : ٣.

الحل : الميل ٢ : ٣ (٢ رأسى ، ٣ أفقى) أى أن $\frac{2}{3} = \frac{2}{3}$

المساحة = ع . (ب + ن . ع) = $6 \times (10 + \frac{2}{3} \times 6) = 114 \text{ م}^2$



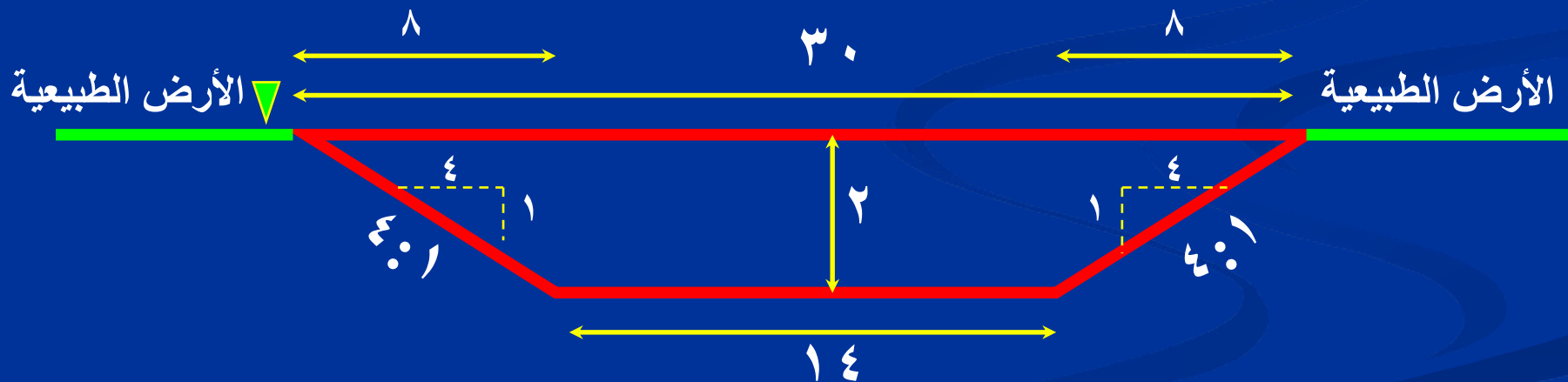
مثال لقطاع ردم

”تابع“، أمثلة على حساب مساحة القطاعات العرضية

مثال ٢ : احسب مساحة قطاع الحفر لطريق عرضه ١٤ متر وارتفاع الردم ٢ متر وميوله الجانبية ١ : ٤ .

الحل : الميل ١ : ٤ (١ رأسى ، ٤ أفقى) أى أن $n = 4$

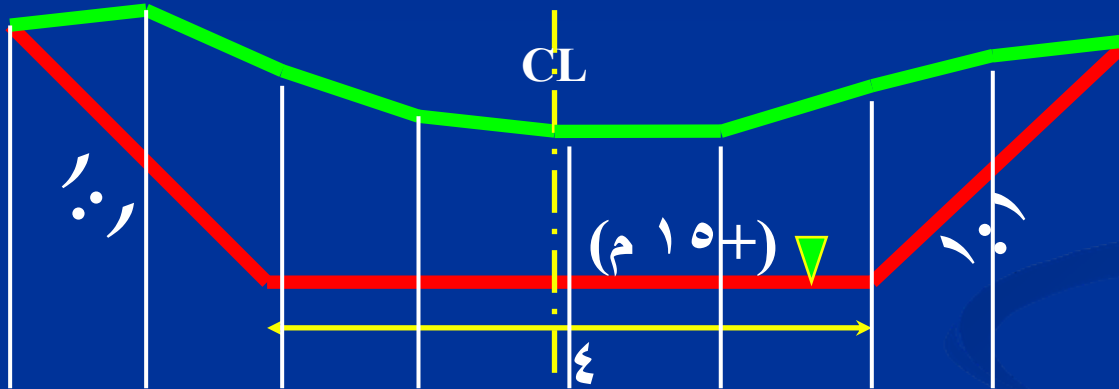
$$\text{المساحة} = ع . (ب + ن . ع) = ٢ = (٢ \times ٤ + ١٤) = ٤٤ \text{ م}^2$$



مثال لقطاع حفر

مثال على حساب حجم القطاعات العرضية

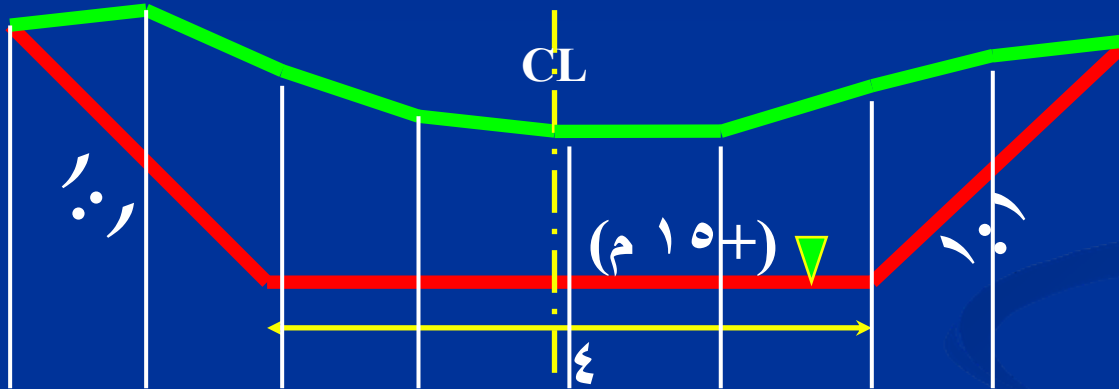
مثال ٣ : احسب الحجم اللازم للحفر بين قطاعين المسافة بينهما ٢٠٠ متر ، اذا كان عرض القطاع التصميمي = ٤ م ومنسوبه = ١٥ م والميول الجانبية ١:١ والمحور الرئيسي عند مسافة ٤ م ، ومناسيب الأرض الطبيعية موضحة بالجدول.



المسافة	صفر	1	2	3	4	5	6	7	8
منسوب الأرض الطبيعية	17.0	16.8	16.5	16.0	16.0	16.2	16.5	17.2	17.0

مثال على حساب حجم القطاعات العرضية

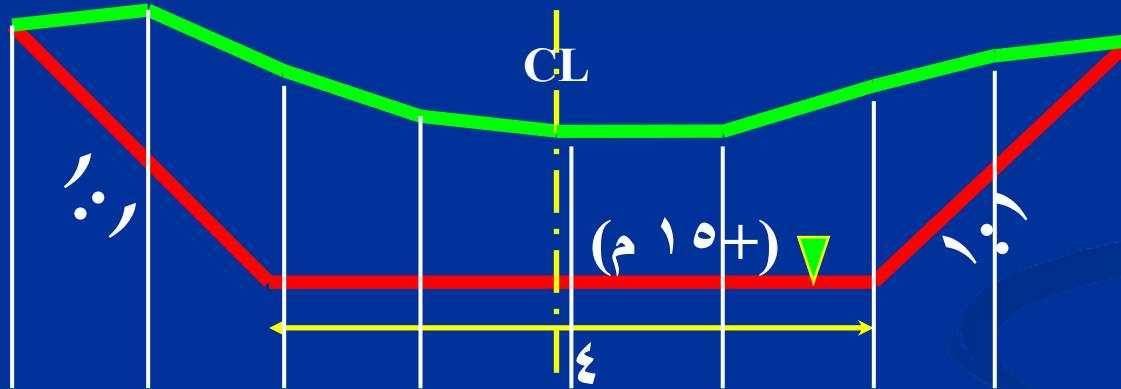
مثال ٣ : احسب الحجم اللازم للحفر بين قطاعين المسافة بينهما ٢٠٠ متر ، اذا كان عرض القطاع التصميمي = ٤ م ومنسوبه = ١٥ م والميول الجانبية ١:١ والمحور الرئيسي عند مسافة ٤ م ، ومناسيب الأرض الطبيعية موضحة بالجدول.



المسافة	صفر	1	2	3	4	5	6	7	8
منسوب الأرض الطبيعية	17.0	16.8	16.5	16.0	16.2	16.5	17.2	17.0	
منسوب القطاع التصميمي	17.0	16.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	16.0	17.0

مثال على حساب حجم القطاعات العرضية

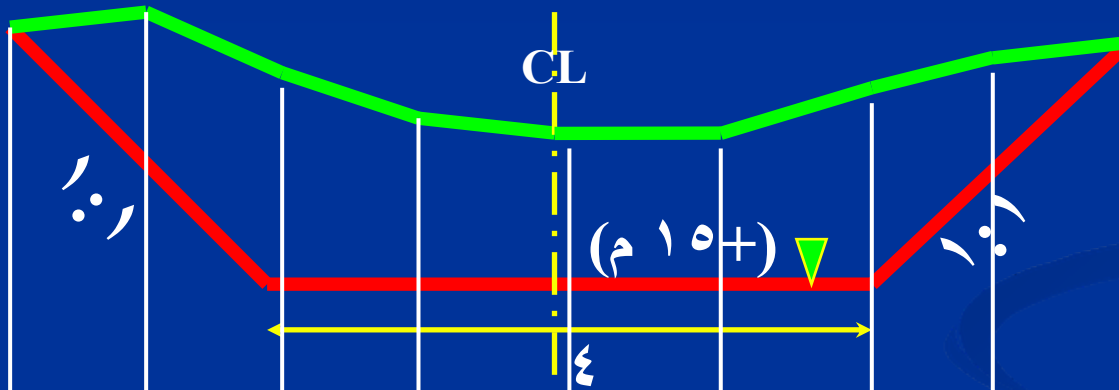
مثال ٣ : احسب الحجم اللازم للحفر بين قطاعين المسافة بينهما ٢٠٠ متر ، اذا كان عرض القطاع التصميمي = ٤ م ومنسوبه = ١٥ م والميول الجانبية ١:١ والمحور الرئيسي عند مسافة ٤ م ، ومناسيب الأرض الطبيعية موضحة بالجدول.



المسافة	صفر	1	2	3	4	5	6	7	8
منسوب الأرض الطبيعية	17.0	16.8	16.5	16.0	16.2	16.5	17.2	17.0	
منسوب القطاع التصميمي	17.0	16.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	16.0	17.0
ارتفاع الحفر	0.0	0.8	1.5	1.0	1.0	1.2	1.5	1.2	0.0

مثال على حساب حجم القطاعات العرضية

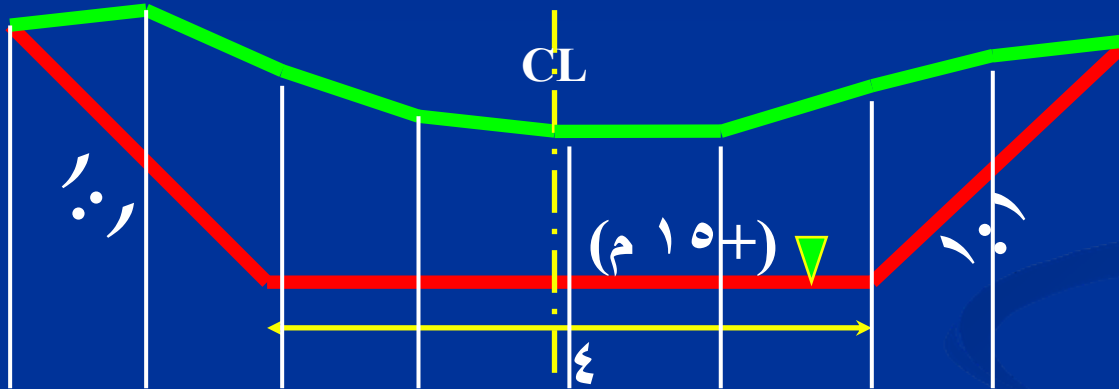
مثال ٣ : احسب الحجم اللازم للحفر بين قطاعين المسافة بينهما ٢٠٠ متر ، اذا كان عرض القطاع التصميمي = ٤ م ومنسوبه = ١٥ م والميول الجانبية ١:١ والمحور الرئيسي عند مسافة ٤ م، ومناسيب الأرض الطبيعية موضحة بالجدول.



المسافة	صفر	1	2	3	4	5	6	7	8
منسوب الأرض الطبيعية	17.0	16.8	16.5	16.0	16.2	16.5	17.2	17.0	17.0
منسوب القطاع التصميمي	17.0	16.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	16.0	17.0
ارتفاع الحفر	0.0	0.8	1.5	1.0	1.0	1.2	1.5	1.2	0.0
المساحة	$\frac{1}{2} \times ((\text{صفر} + \text{صفر}) + (1.2 + 1.5 + 1.2 + 1 + 1 + 1.5 + 0.8 + 1.2 + 1.0)) =$								

مثال على حساب حجم القطاعات العرضية

مثال ٣ : احسب الحجم اللازم للحفر بين قطاعين المسافة بينهما ٢٠٠ متر ، اذا كان عرض القطاع التصميمي = ٤ م ومنسوبه = ١٥ م والميول الجانبية ١:١ والمحور الرئيسي عند مسافة ٤ م ، ومناسيب الأرض الطبيعية موضحة بالجدول.

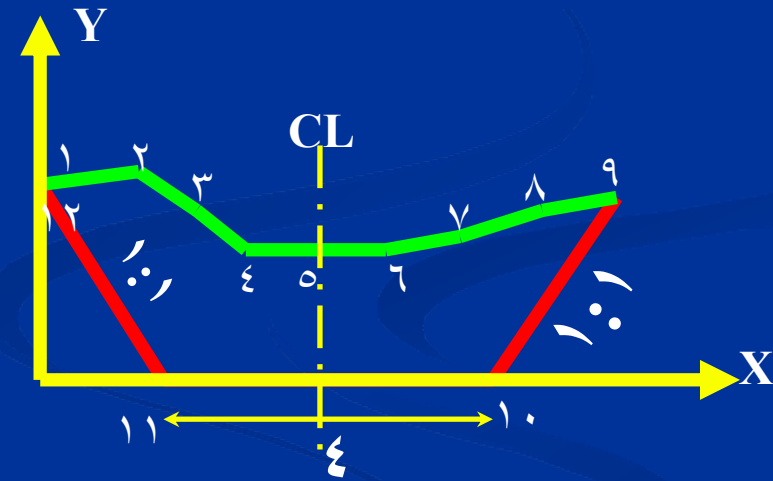


المسافة	صفر	1	2	3	4	5	6	7	8
منسوب الأرض الطبيعية	17.0	16.8	16.5	16.0	16.0	16.2	16.5	17.2	17.0
منسوب القطاع التصميمي	17.0	16.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	16.0	17.0
ارتفاع الحفر	0.0	0.8	1.5	1.0	1.0	1.2	1.5	1.2	0.0
المساحة	$\frac{1}{2} \times ((\text{صفر} + \text{صفر}) + (1.2 + 1.5 + 1.2 + 1 + 1 + 1.5 + 0.8) \times 2)$								
الحجم	الحجم = المساحة * المسافة بين القطاعين = ٨,٢ * ٢٠٠ = ١٦٤٠ م³								

حل آخر للمثال ٣ :

يمكن حساب مساحة القطاع باستخدام الإحداثيات الأفقية أو الرأسية ومنها يمكن حساب الحجم اللازم للحفر

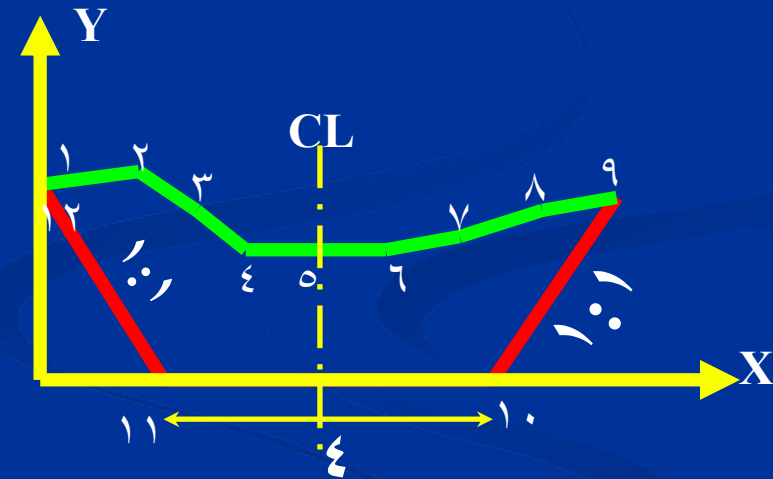
النقطة	X	Y	فرق ال X	حاصل الضرب
1	0.0	2.0		
2	1.0	2.2		
3	2.0	1.5		
4	3.0	1.2		
5	4.0	1.0		
6	5.0	1.0		
7	6.0	1.5		
8	7.0	1.8		
9	8.0	2.0		
10	6.0	0.0		
11	2.0	0.0		
12	0.0	2.0		
1	0.0	2.0		
2	1.0	2.2		



حل آخر للمثال ٣ :

يمكن حساب مساحة القطاع باستخدام الإحداثيات الأفقية أو الرأسية ومنها يمكن حساب الحجم اللازم للحفر

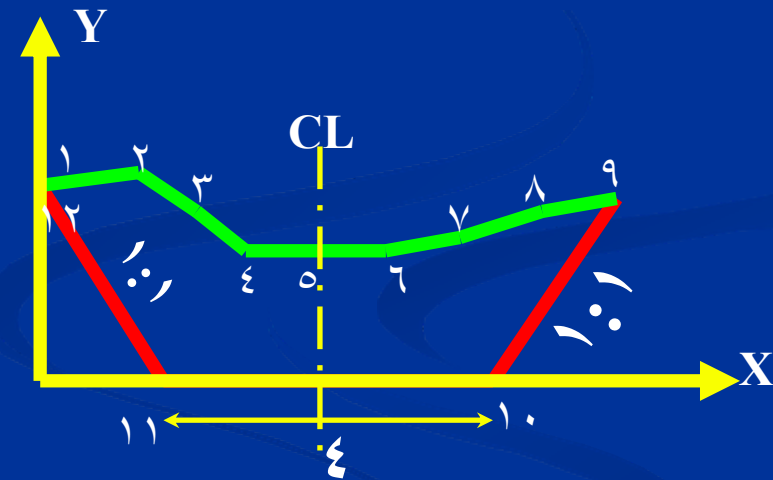
النقطة	X	Y	فرق ال X	حاصل الضرب
1	0.0	2.0		
2	1.0	2.2	2.0	
3	2.0	1.5	2.0	
4	3.0	1.2	2.0	
5	4.0	1.0	2.0	
6	5.0	1.0	2.0	
7	6.0	1.5	2.0	
8	7.0	1.8	2.0	
9	8.0	2.0	-1.0	
10	6.0	0.0	-6.0	
11	2.0	0.0	-6.0	
12	0.0	2.0	-2.0	
1	0.0	2.0	1.0	
2	1.0	2.2		



حل آخر للمثال ٣ :

يمكن حساب مساحة القطاع باستخدام الإحداثيات الأفقية أو الرأسية ومنها يمكن حساب الحجم اللازم للحفر

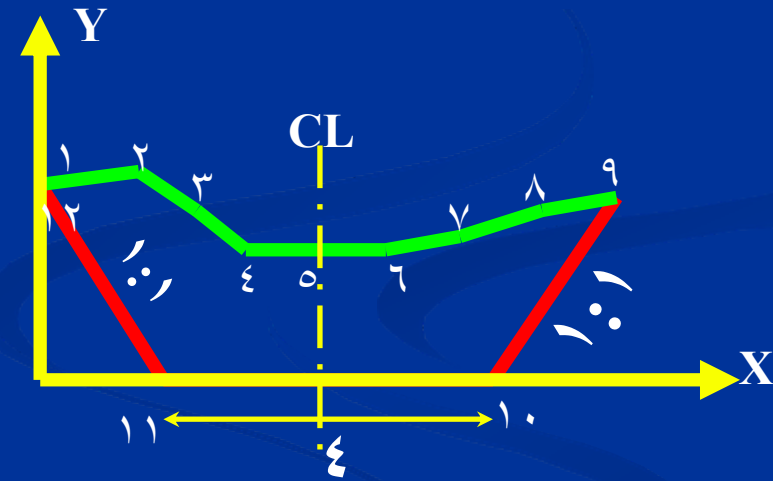
النقطة	X	Y	فرق ال X	حاصل الضرب
1	0.0	2.0		
2	1.0	2.2	2.0	4.4
3	2.0	1.5	2.0	3.0
4	3.0	1.2	2.0	2.4
5	4.0	1.0	2.0	2.0
6	5.0	1.0	2.0	2.0
7	6.0	1.5	2.0	3.0
8	7.0	1.8	2.0	3.6
9	8.0	2.0	-1.0	-2.0
10	6.0	0.0	-6.0	0.0
11	2.0	0.0	-6.0	0.0
12	0.0	2.0	-2.0	-4.0
1	0.0	2.0	1.0	2.0
2	1.0	2.2		



حل آخر للمثال ٣ :

يمكن حساب مساحة القطاع باستخدام الإحداثيات الأفقية أو الرأسية ومنها يمكن حساب الحجم اللازم للحفر

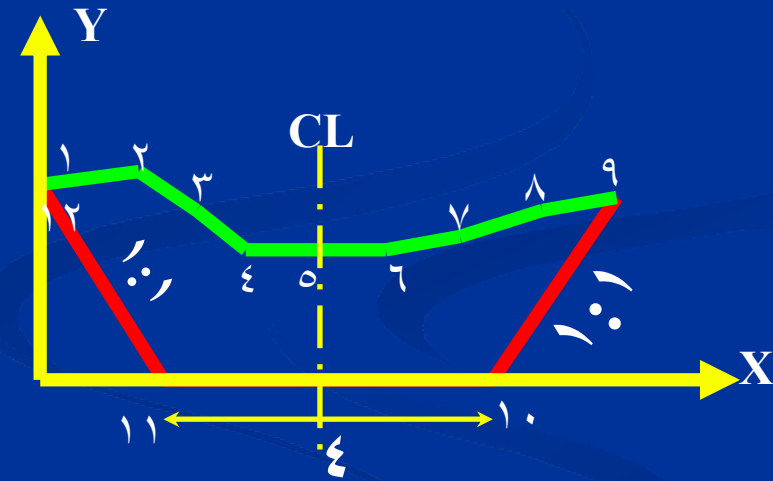
النقطة	X	Y	فرق ال X	حاصل الضرب
1	0.0	2.0		
2	1.0	2.2	2.0	4.4
3	2.0	1.5	2.0	3.0
4	3.0	1.2	2.0	2.4
5	4.0	1.0	2.0	2.0
6	5.0	1.0	2.0	2.0
7	6.0	1.5	2.0	3.0
8	7.0	1.8	2.0	3.6
9	8.0	2.0	-1.0	-2.0
10	6.0	0.0	-6.0	0.0
11	2.0	0.0	-6.0	0.0
12	0.0	2.0	-2.0	-4.0
1	0.0	2.0	1.0	2.0
2	1.0	2.2		0.0
ضعف المساحة				16.4
المساحة				8.2



حل آخر للمثال ٣ :

يمكن حساب مساحة القطاع باستخدام الإحداثيات الأفقية أو الرأسية ومنها يمكن حساب الحجم اللازم للحفر

النقطة	X	Y	فرق ال X	حاصل الضرب
1	0.0	2.0		
2	1.0	2.2	2.0	4.4
3	2.0	1.5	2.0	3.0
4	3.0	1.2	2.0	2.4
5	4.0	1.0	2.0	2.0
6	5.0	1.0	2.0	2.0
7	6.0	1.5	2.0	3.0
8	7.0	1.8	2.0	3.6
9	8.0	2.0	-1.0	-2.0
10	6.0	0.0	-6.0	0.0
11	2.0	0.0	-6.0	0.0
12	0.0	2.0	-2.0	-4.0
1	0.0	2.0	1.0	2.0
2	1.0	2.2		0.0
ضعف المساحة				16.4
المساحة				8.2
الحجم	8.2 * 200			1640



ايجاد الحجوم من مساحات القطاعات العرضية

توجد ثلاثة طرق لحساب الحجم من لقطاعات العرضية:

١- طريقة متوسط القطاعات

Mean Area method

٢- طريقة متوسط القاعدتين

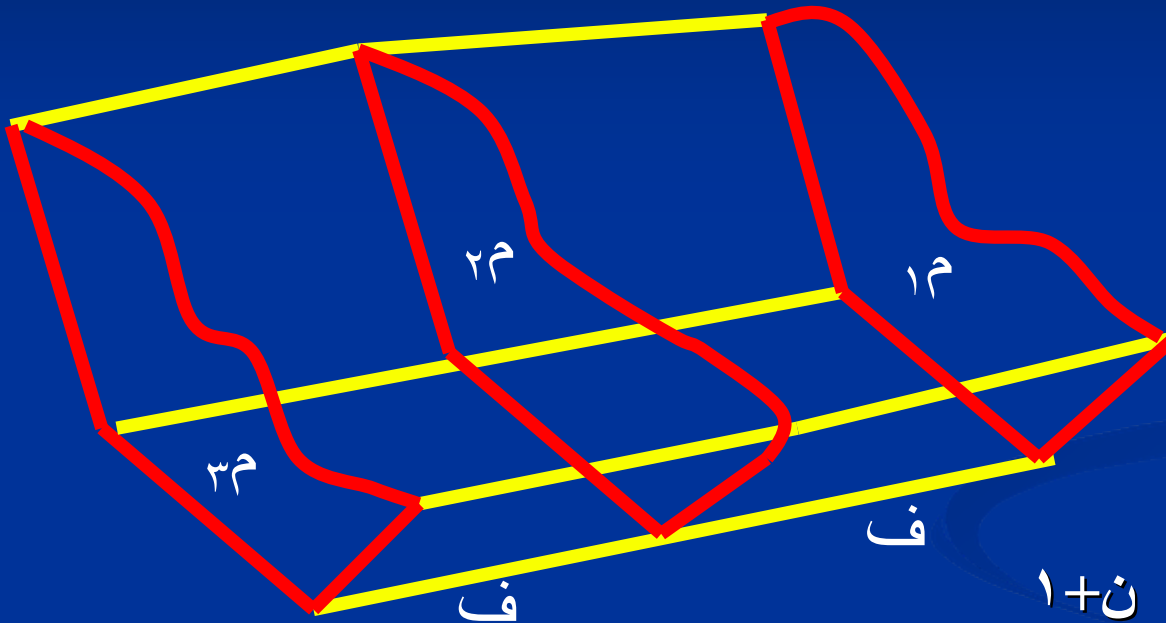
Average End Area method /Trapezoidal method

٣- طريقة المنشور المجسم

Prismoidal Rule

١- طريقة متوسط القطاعات

Mean Area method



- عدد الأقسام ن

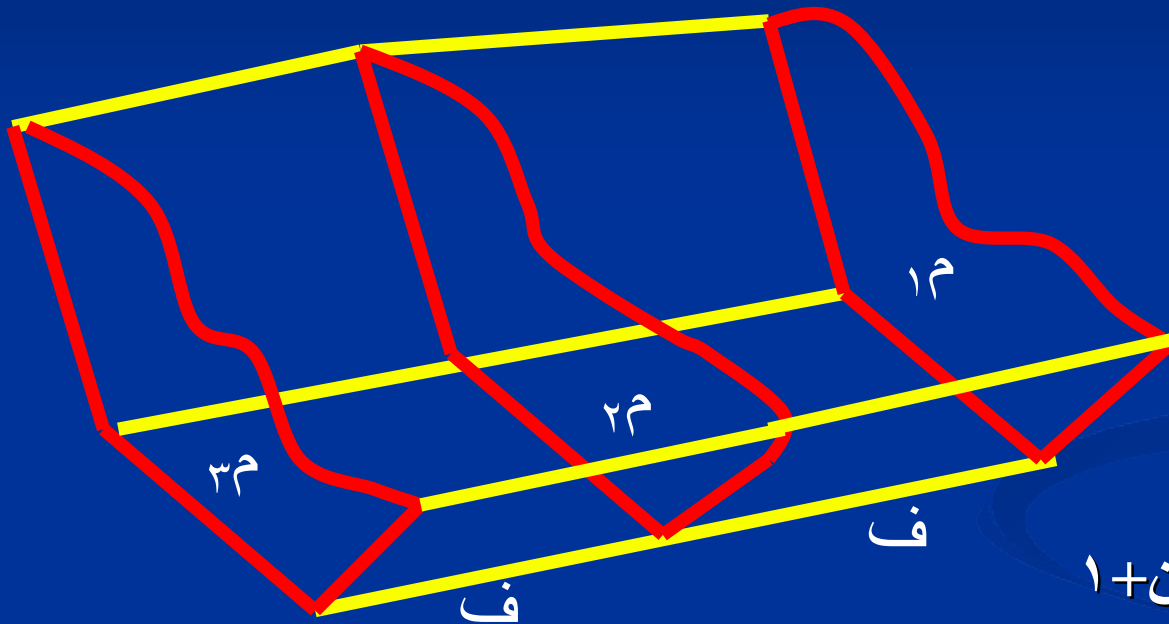
- عدد القطاعات العرضية ن+١

- المسافة بين كل قطاعين = ف

$$\text{الحجم} = (ف \times ن) [(م_١ + م_٢ + + م_ن + م_{ن+١}) \div (ن + ١)]$$

٢- طريقة متوسط القاعدتين (طريقة متوازي المستطيلات)

Average End Area method /Trapezoidal method



- عدد الأقسام ن

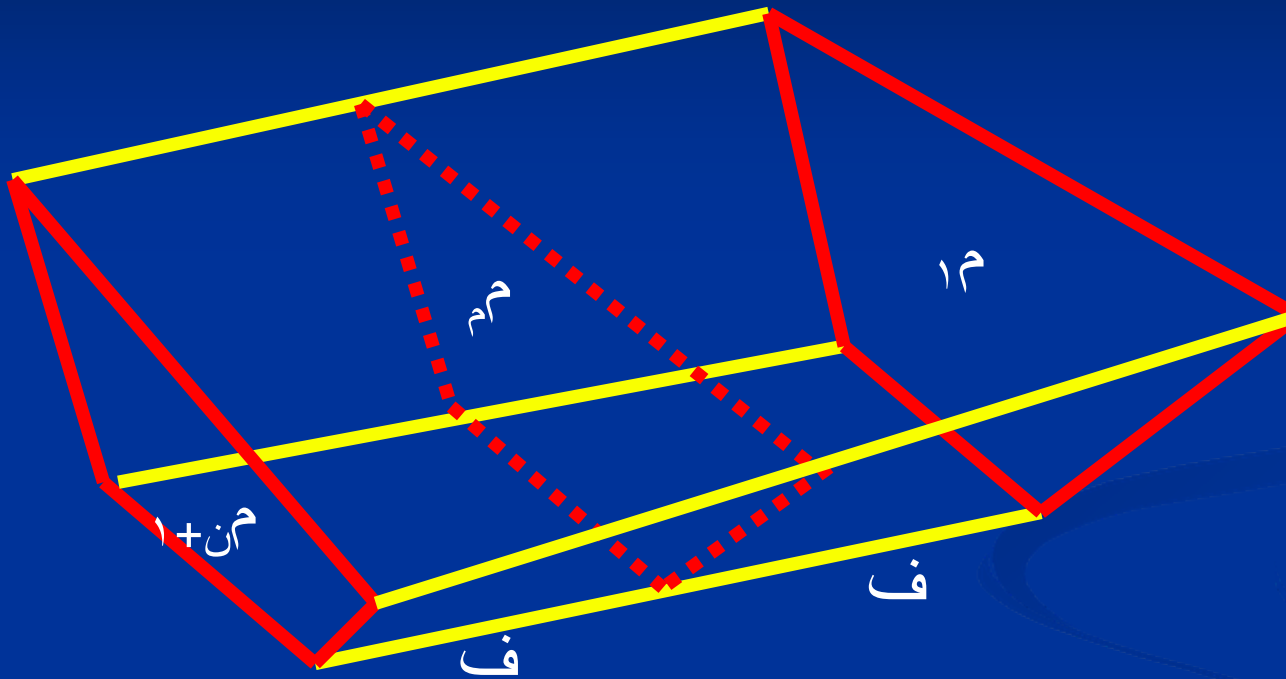
- عدد القطاعات العرضية ن+١

- المسافة بين قطاعين = ف

$$\text{الحجم} = \left(\frac{1}{2} \text{ف} \right) \left[(م_١ + م_{ن+١}) + ٢ \text{مجموع} (م_٢ + م_٣ + + م_ن) \right]$$

٣- طريقة المنشور المجسم

Prismoidal Rule

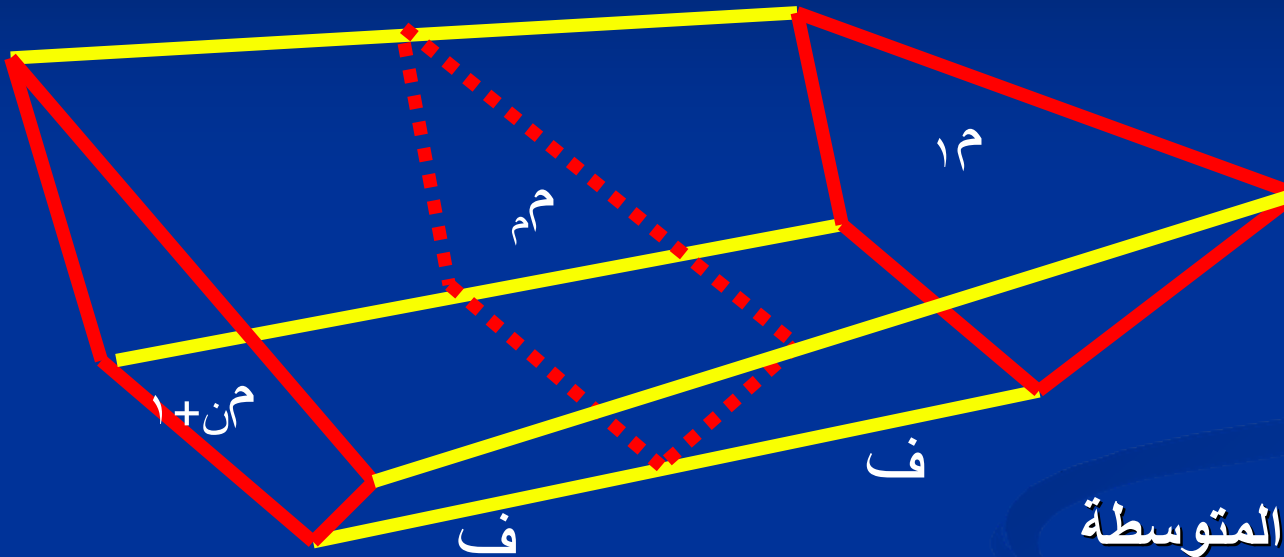


- م م مساحة القطاعات المتوسطة

$$\text{الحجم} = (ف \ ١ \ ٦) [(م \ ١ + م \ ٤ + م \ ٣ + م \ ٢ + م \ ١)]$$

قاعدة سمبسون لحساب الحجم

هذه القاعدة مشتقة من طريقة المنشور المجسم



- م م مساحة القطاعات المتوسطة

- شرط تطبيقها عدد أقسام زوجية
(عدد القطاعات العرضية فرديا)

$$\text{الحجم} = (ف \setminus 3) [(م + م + ن) + ٢ م الفردية + ٤ م الزوجية]$$

الباب الثانى – الفصل الثانى

حساب مكعبات الحفر والردم للقطاعات الطولية

رسم القطاعات الطولية وحساب مكعبات الحفر والردم

خط منسوب الأرض الطبيعية Profile:

- خط طولى يمثل مناسيب سطح الأرض الطبيعية
- يتم تحديده باستخدام الميزانية الطولية على مسافات متساوية على المحور.

خط الإنشاء :

- خط يمثل المحور الهندسى التصميمى ويوضح فى اللوحة باللون الأحمر
- ميل الخط اما ان يكون ميل منتظم أو أن يكون مقسم الى اجزاء كل منها له ميل منتظم.
- ميل الخط يتوقف على قواعد التصميم الهندسى (خط أنابيب – خط سكة حديد – طريق)
- مراعاة ان تتساوى به مكعبات الحفر مع مكعبات الردم إن أمكن.
- ويعبر عن الميل فى الاتجاه الطولى كنسبة مئوية س : ١٠٠ (س رأسى، ١٠٠ أفقى).

”تابع“ رسم القطاعات الطولية وحساب مكعبات الحفر والردم

مناطق الردم: هي المناطق التي يعلو فيها خط الإنشاء عن الأرض الطبيعية.

مناطق الحفر: هي المناطق التي ينخفض فيها خط الإنشاء عن الأرض الطبيعية.

مقياس الرسم: ترسم القطاعات الطولية بمقياس رسم أفقى ورأسى يناسب كل منهما.

أمثلة على حساب مكعبات الحفر والردم من القطاعات الطولية

الحالة الأولى: القطاع بالكامل حفر او ردم

مثال ٤ : احسب مكعبات الحفر اللازمة لإنشاء نفق إذا كان عرضه = ٨,٠٠ متر وانحداره ١% لأسفل وعمق الحفر في أول نقطة على المحور ٥,١٠ مترا وجوانب النفق رأسية.

علما بأن مناسيب الأرض الطبيعية موضحة في الجدول التالى:

						٢٢
						٢١
						٢٠
						١٩
						١٨
						١٧
						١٦
						١٥
						١٤

240		200		160		120		80		40		0	المسافة

اختيار مناسب لمقياس الرسم الأفقى والرأسى



240		200		160		120		80		40		0	المسافة
20.56		20.47		20.82		21.09		21.40		21.85		22.22	منسوب الأرض الطبيعية

تمثيل منسوب الأرض الطبيعية (القطاع الطولي Profile)



240	200	160	120	80	40	0	المسافة
20.56	20.47	20.82	21.09	21.40	21.85	22.22	منسوب الأرض الطبيعية
14.72	15.12	15.52	15.92	16.32	16.72	17.12	منسوب خط الإنشاء

تمثيل خط الإنشاء ١ : ١٠٠ لأسفل (كل ٤٠ م يقابلهم ٤٠ سم لأسفل)



240	200	160	120	80	40	0	المسافة
20.56	20.47	20.82	21.09	21.40	21.85	22.22	منسوب الأرض الطبيعية
14.72	15.12	15.52	15.92	16.32	16.72	17.12	منسوب خط الإنشاء
5.84	5.35	5.30	5.17	5.08	5.13	5.10	ارتفاع الحفر

ارتفاع الحفر = منسوب الأرض الطبيعية – منسوب خط الإنشاء



240	200	160	120	80	40	0	المسافة
20.56	20.47	20.82	21.09	21.40	21.85	22.22	منسوب الأرض الطبيعية
14.72	15.12	15.52	15.92	16.32	16.72	17.12	منسوب خط الإنشاء
5.84	5.35	5.30	5.17	5.08	5.13	5.10	ارتفاع الحفر
46.72	42.80	42.40	41.36	40.64	41.04	40.80	مساحة الحفر

مساحة الحفر عبارة عن مستطيل (عرضه ٨ م وارتفاعه = ارتفاع الحفر)



240	200	160	120	80	40	0	المسافة
20.56	20.47	20.82	21.09	21.40	21.85	22.22	منسوب الأرض الطبيعية
14.72	15.12	15.52	15.92	16.32	16.72	17.12	منسوب خط الإنشاء
5.84	5.35	5.30	5.17	5.08	5.13	5.10	ارتفاع الحفر
46.72	42.80	42.40	41.36	40.64	41.04	40.80	مساحة الحفر
1790.4	1704	1675.2	1640	1633.6	1636.8		حجم الحفر

$$\text{حجم الحفر} = \frac{1}{2} (\text{مساحة ١} + \text{مساحة ٢}) * ٤٠ \text{ م}$$



240		200		160		120		80		40		0	المسافة
20.56		20.47		20.82		21.09		21.40		21.85		22.22	منسوب الأرض الطبيعية
14.72		15.12		15.52		15.92		16.32		16.72		17.12	منسوب خط الإنشاء
5.84		5.35		5.30		5.17		5.08		5.13		5.10	ارتفاع الحفر
46.72		42.80		42.40		41.36		40.64		41.04		40.80	مساحة الحفر
	1790.4		1704		1675.2		1640		1633.6		1636.8		حجم الحفر
10080													الحجم الكلى

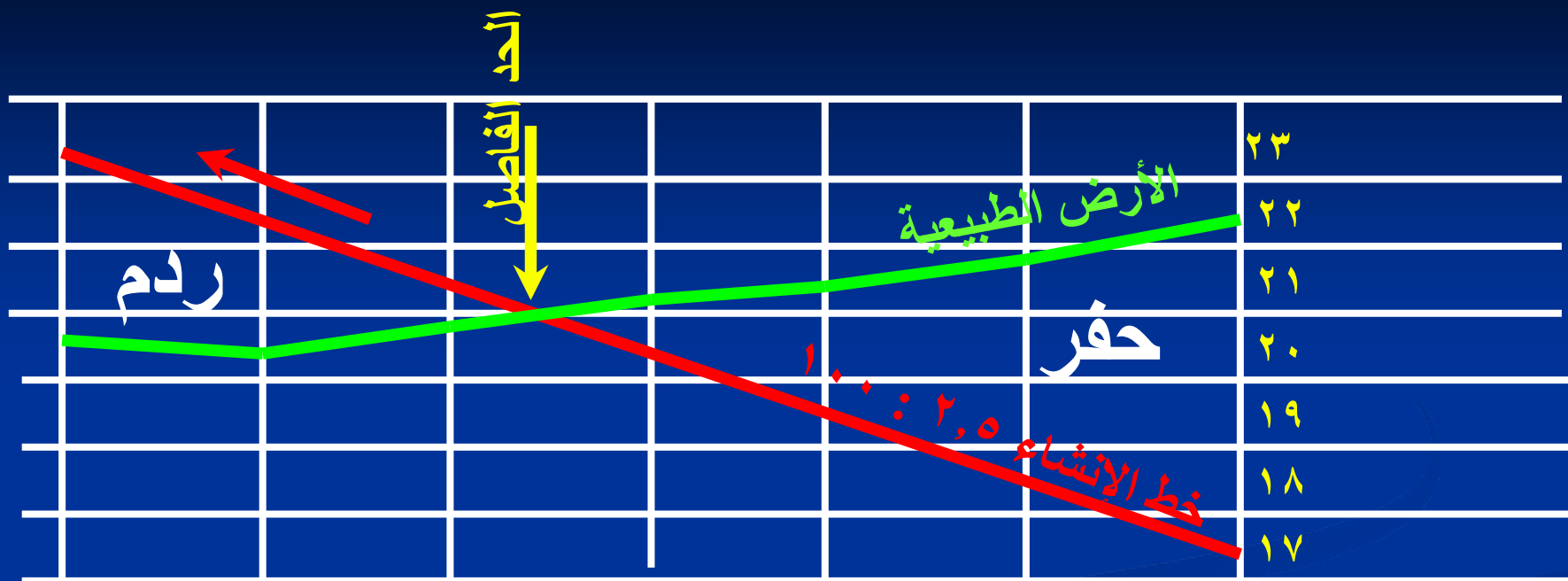
حجم الحفر الكلى = مجموع مكعبات الحفر لكل القطاعات

”تابع“ أمثلة على حساب مكعبات الحفر والردم من القطاعات الطولية

الحالة الثانية: مجموعة من القطاعات حفر وأخرى ردم

مثال ٥ : احسب مكعبات الحفر اللازمة لإنشاء نفق إذا كان عرضه = ٨,٠٠ متر وانحداره ٢,٥ % لأعلى وعمق الحفر في أول نقطة على المحور ٥,١٠ مترا وجوانب النفق رأسية.

علما بأن مناسيب الأرض الطبيعية موضحة في الجدول التالى: (انظر مثال رقم ٤)

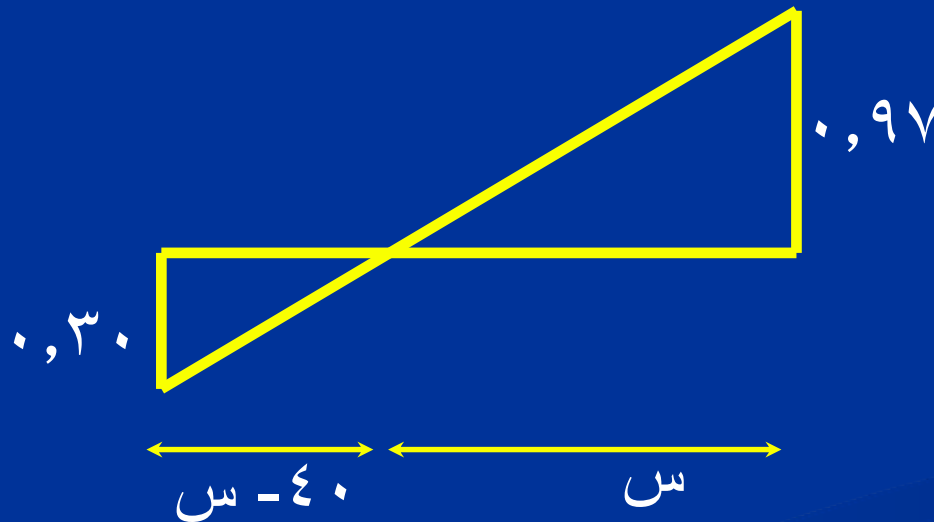


يتم رسم خط الأرض الطبيعية وخط الإنشاء كما سبق

المسافة	منسوب الأرض الطبيعية	منسوب خط الإنشاء	ارتفاع الحفر	ارتفاع الردم	مساحة الحفر	مساحة الردم	حجم الحفر	حجم الردم
240	20.56	23.12		2.6		20.5		
200	20.47	22.12		1.7		13.2		674
160	20.82	21.12		0.3		2.4		312
								11.3
			0	0	0	0		
120	21.09	20.12	0.97		7.76		118.53	
80	21.4	19.12	2.3		18.2		520	
40	21.85	18.12	3.7		29.8		961.6	
0	22.22	17.12	5.1		40.8		1412.8	
الحجم الكلى للحفر								
الحجم الكلى للردم								
3012.934								
996.94								

حساب مسافة الحد الفاصل بين الحفر والردم

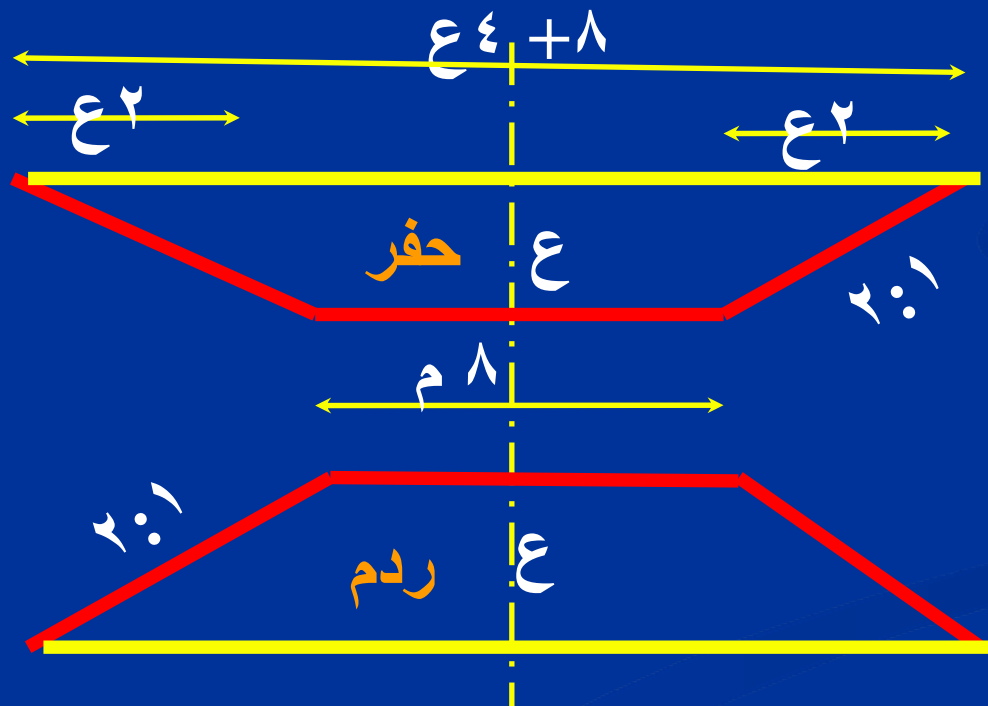
نقطة الحد الفاصل س بين الحفر والردم تقع بين مسافة ١٢٠، ١٦٠ م
ارتفاع الحفر عند القطاع العرضي ١٢٠ م = ٠,٩٧ م
ارتفاع الردم عند القطاع العرضي ١٦٠ م = ٠,٣٠ م
لحساب المسافة س للقطاع صفر (فيه الحفر = الردم)



$$\frac{س}{س - ٤٠} = \frac{٠,٩٧}{٠,٣٠}$$
$$س = ٣٠,٥٥ م$$

حساب مكعبات الحفر والردم اذا كانت الجوانب غير رأسية

مثال ٦- ٧ : مطلوب حل المثالين أرقام ٤ ، ٥ فى حالة الميول الجانبية للنفق ١ : ٢ .
الحل: فى هذه الحالة يتم حساب ارتفاع الحفر والردم كما سبق. أما بالنسبة للمساحة فنوجد معادلة رياضية للقطاع سواء كان حفر او ردم. (١ رأسى ، ٢ أفقى)



فى حالتى الحفر والردم:
مساحة القطاع

$$E = (8 + 8 + E_4) \times 2 \\ = 2E_2 + 8E$$

ثم نعوض بقيمة E المتغيرة
عند كل قطاع عرضى

الباب الثالث

حساب مكعبات الحفر والردم من مناسيب النقاط

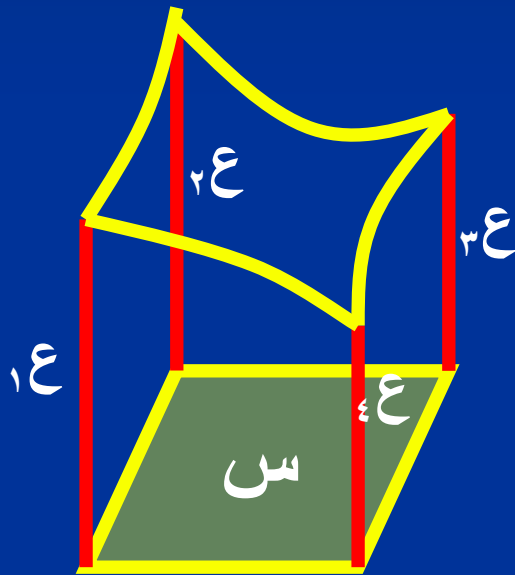
حساب مكعبات الحفر والردم من مناسيب النقط \ الميزانية الشبكية

/ Grid leveling / Borrow pit method Spot heights

- تستعمل فى حالات التسوية على منسوب معين. وتتخلص اجراءات تنفيذها فى:
 - نقسم الأرض الى أشكال مربعات أو مستطيلات أو مثلثات متساوية المساحة حيث أبعادها وأشكالها يتوقف على الدقة المطلوبة وطبيعة الأرض.
 - نجرى أعمال الميزانية لتحديد مناسيب أركان الأشكال
 - نحدد منسوب التسوية (أفقى أو مائل)
 - نحسب الفرق بين منسوب التسوية ومنسوب الأرض الطبيعية عند كل ركن ثم نضع هذه الفروق على شبكة جديدة.
 - ندون فى جدول فرق المنسوب وعدد مرات وجوده فى الأشكال المجاورة (عدد مرات التداخل)
 - نحسب مكعبات الأتربة داخل كل شكل ثم نوجد الحجم الكلى.

النظرية المستخدمة في حساب مكعبات الحفر والردم من المزانة الشبكية

تعتمد على قانون حجم المنشور الناقص
س : مساحة وحدة الشكل (المربع أو المستطيل)



$$\text{الحجم} = (س \times ٤) (١ع + ٢ع + ٣ع + ٤ع)$$

وفي حالة القاعدة المثلثة

$$\text{الحجم} = (س \times ٣) (١ع + ٢ع + ٣ع)$$

القانون العام المستخدم في هذه الطريقة

القانون العام: في حالة القاعدة الرباعية

$$\text{الحجم} = (س \setminus ٤) (٤ع١ + ٣ع٢ + ٢ع٣ + ١ع٤)$$

وفي حالة القاعدة المثلثة

$$\text{الحجم} = (س \setminus ٣) (٣ع١ + ٢ع٢ + ١ع٣ + + ١ع٨)$$

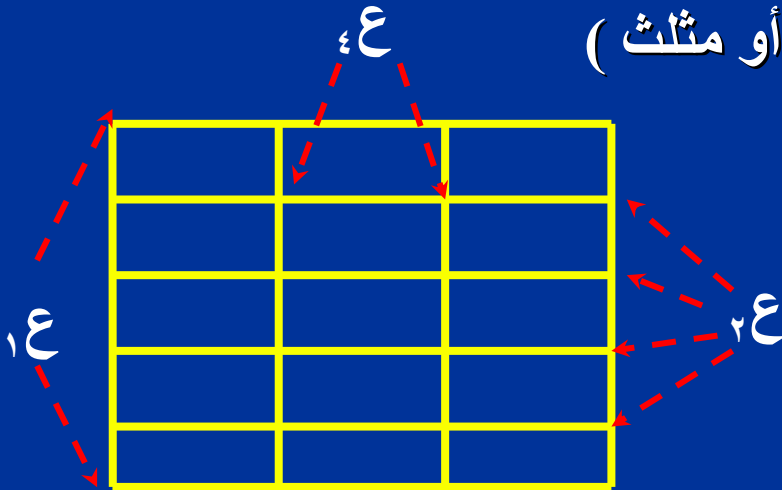
حيث

س: مساحة وحدة الشكل (مربع أو مستطيل أو مثلث)

١ع : الارتفاعات المكررة مرة واحدة

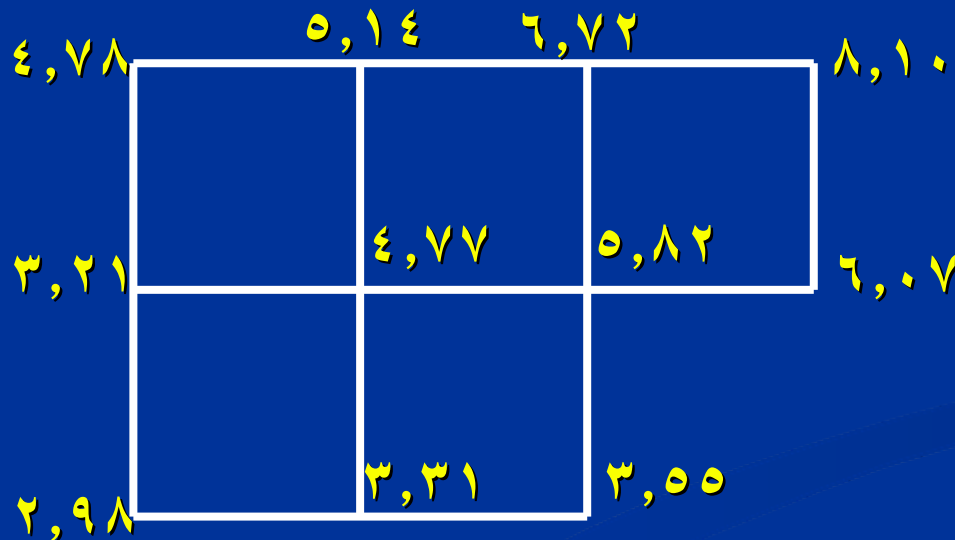
٢ع : الارتفاعات المكررة مرتين

٣ع : الارتفاعات المكررة ٣ مرات



مثال رقم ٨ على حساب مكعبات الحفر والردم من الميزانية الشبكية

مطلوب تسوية الأرض الموضحة بالشكل على منسوب + ٢,٠٠ متر علماً بأن الوحدة مربعة الشكل وطولها ١٠ متر.



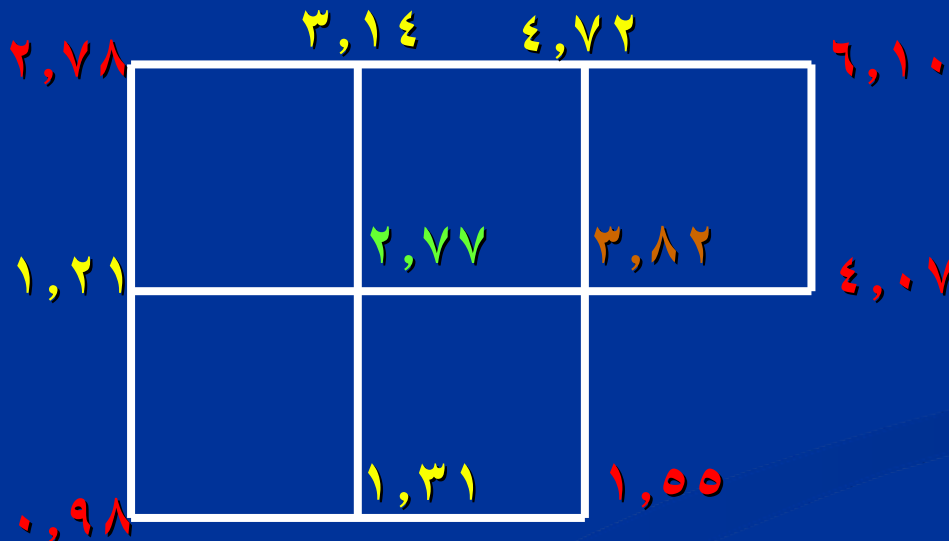
الحل :

١- نرسم شبكة جديدة ونضع عليها قيمة الحفر عند كل ركن

٢- نفرغ قيم الحفر فى جدول تبعا لعدد مرات التكرار

(التأكد من مطابقة عدد القيم الموجودة فى الجدول مع الشكل)

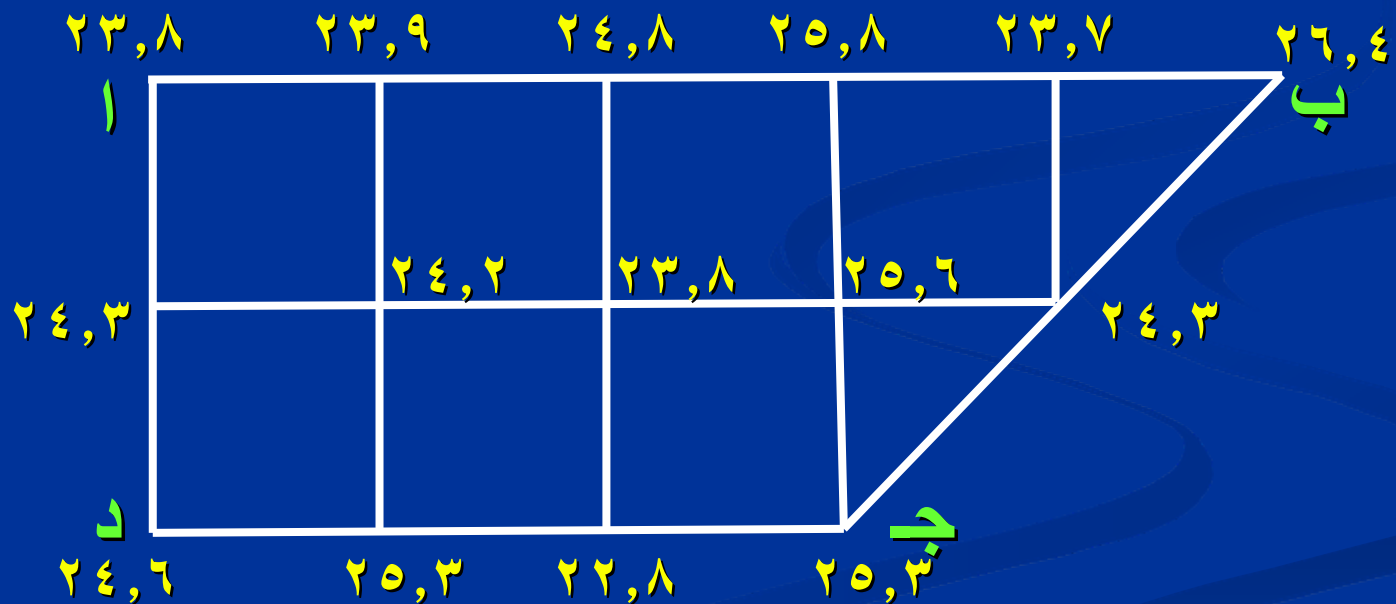
$$\text{الحجم} = (10 \times 10) \setminus 4 \times (1 \times 15,48 + 2 \times 10,38 + 3 \times 3,82 + 4 \times 2,77) = 1469,5 \text{ م}^3$$



٤ع	٣ع	٢ع	١ع
2.77	3.82	3.14	6.1
		4.72	4.07
		1.31	1.55
		1.21	0.98
			2.78
2.77	3.82	10.38	15.48

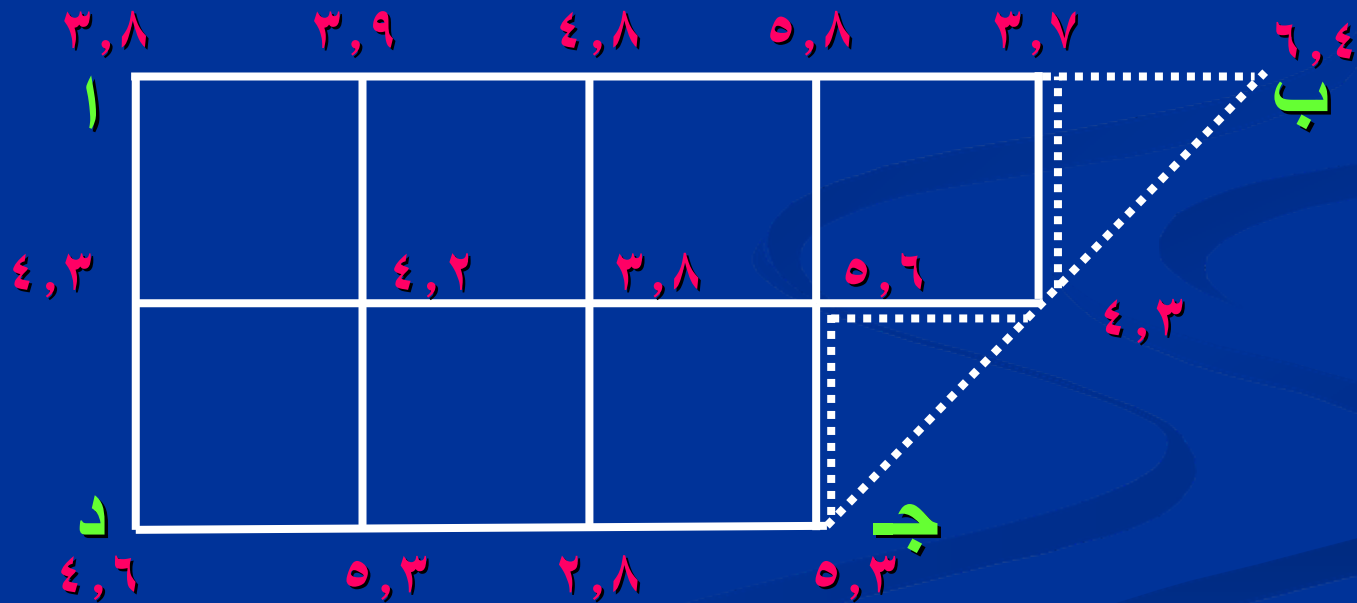
مثال رقم ٩ على حساب مكعبات الحفر والردم من الميزانية الشبكية

مطلوب تسوية الأرض الموضحة بالشكل على منسوب + ٢٠,٠٠ متر علما
بأن الخط $ا ب = ٢٠ \times ٥$ م ، والخط $ا د = ٢٠ \times ٢$ م



الحل :

- ١- نرسم شبكة جديدة ونضع عليها قيمة الحفر عند كل ركن
- ٢- نفرغ قيم الحفر بالمربعات الصحيحة (٧ مربعات) في جدول تبعا لعدد مرات التكرار ، ثم نحسب مكعبات الحفر الخاصة بالمربعات.
- ٣- نحسب مكعبات الحفر الخاصة بالمثلثين على حده.
- ٤- الحجم الكلى = مكعبات الحفر من المربعات + مكعبات الحفر من المثلثين



٤ع	٣ع	٢ع	١ع
3.8	5.6	3.9	3.7
4.2		4.8	4.3
		5.8	5.3
		2.8	4.6
		5.3	3.8
		4.3	
8.0	5.6	26.9	21.7

مكعبات حفر المربعات = $(26.9 \times 2 + 21.7 \times 1) \times (4 \setminus (20 \times 20))$

$$= (8.0 \times 4 + 5.6 \times 3 +$$

مكعبات حفر المثلثين = $(3 \setminus (3.7 + 4.3 + 6.4)) \times (2 \setminus (20 \times 20))$

$$= [(3 \setminus (5.3 + 5.6 + 4.3)) +$$

$$اجمالي مكعبات الحفر = 1973.3 + 1243.0 = 3216.3 \text{ م}^3$$

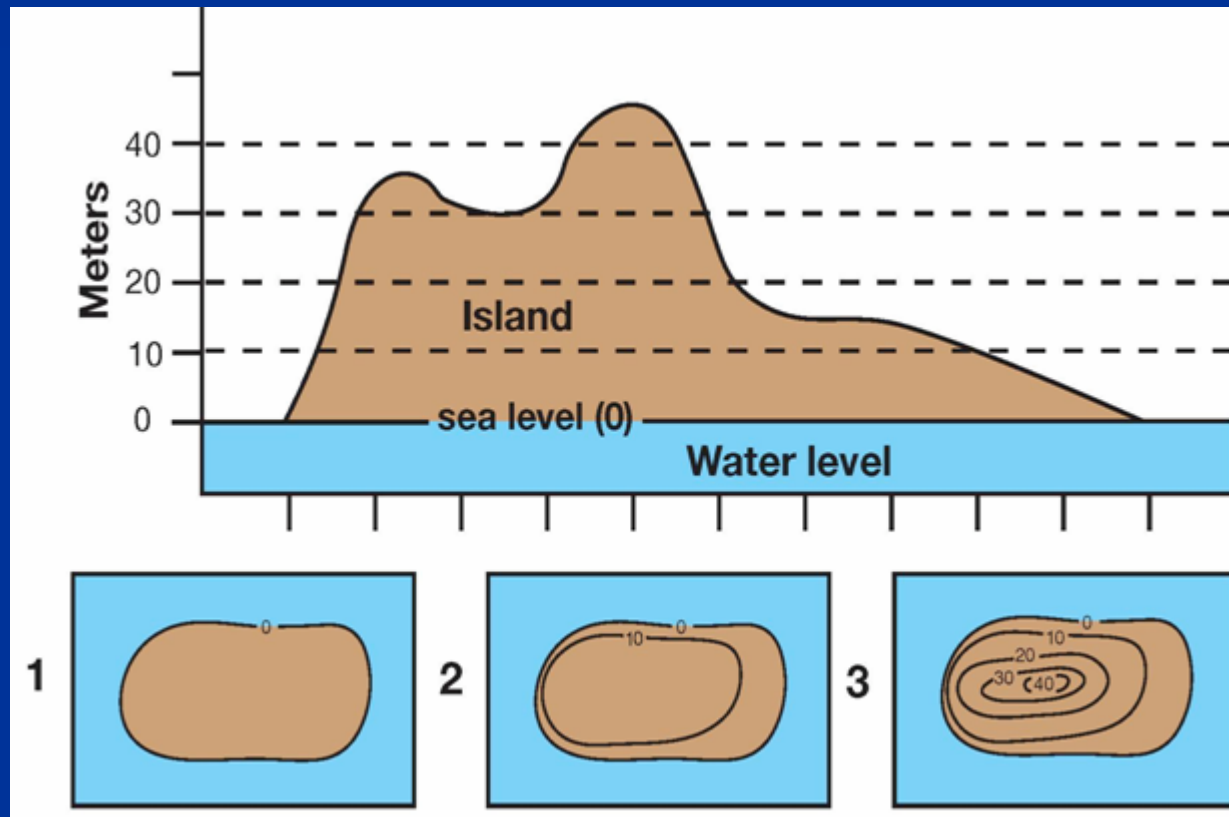
الباب الرابع

حساب مكعبات الحفر والردم من خطوط الكنتور

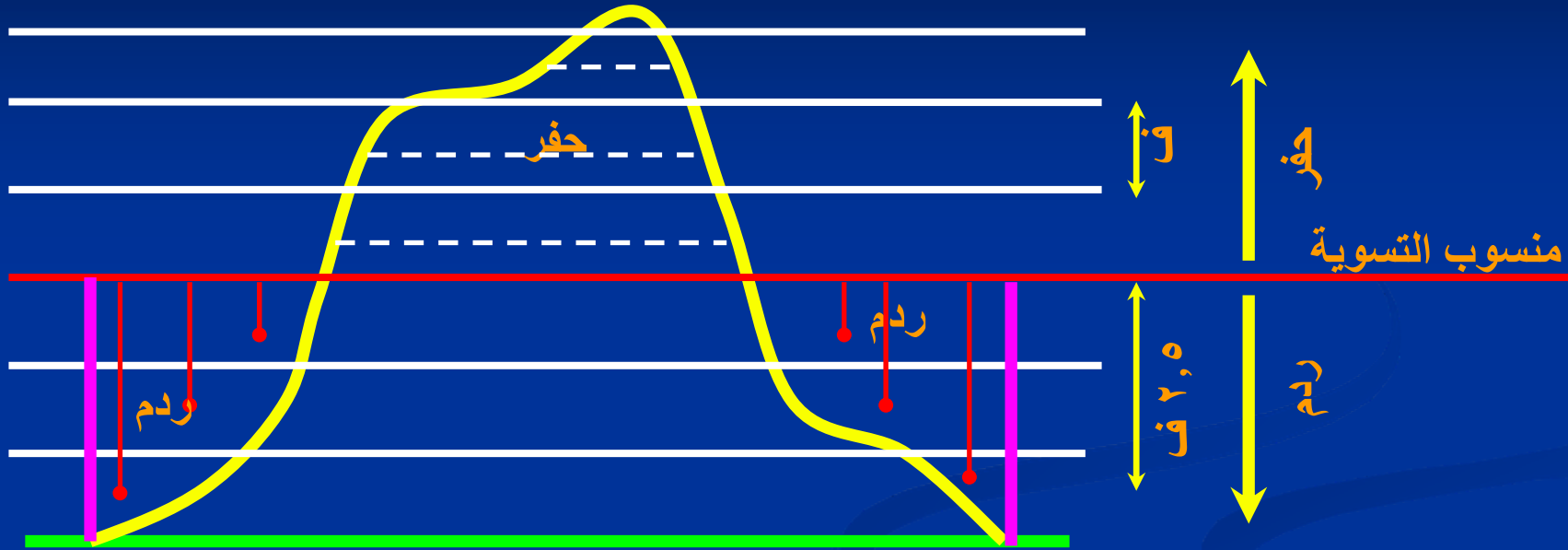
خط الكنتور

يعرف خط الكنتور بأنه الخط الوهمي الذي يمر بالنقاط ذات المنسوب الواحد. والمسافة بين كل خطي كنتور تسمى الفترة الكنتورية.

ولمزيد من المعلومات ارجع الى محاضرة الخرائط الكنتورية.



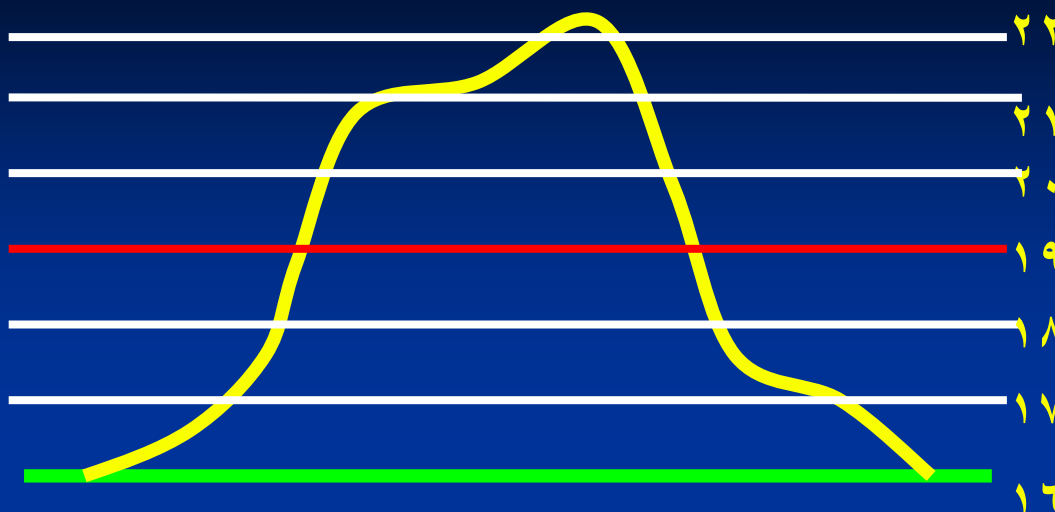
قانون حساب مكعبات الحفر والردم من خطوط الكنتور



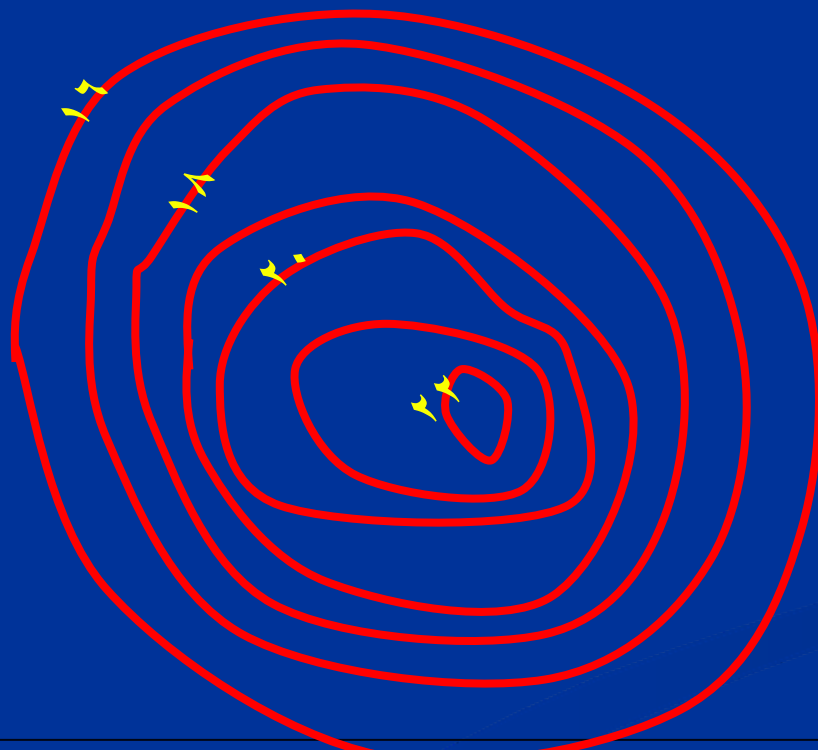
مكعبات الحفر = $\frac{1}{2}$ الفترة الكنتورية x

(مجموع مساحتي خطى الكونتور المتتاليين)

مكعبات الردم = (الفرق بين مساحتي خطى الكونتور المتتاليين) x
(بعد مركز المستويين عن منسوب مستوى التسوية)



مثال : أوجد مكعبات الحفر
والردم اللازمة للتسوية على
منسوب + ١٩,٠٠ متر،
علما بأن مساحات خطوط
الكنتور موضحة في الجدول
التالي:



رقم خط الكنتور	المساحة
22	15
21	57
20	90
19	134
18	178
17	211
16	243

مكعبات الحفر			
الكمية	معادلة الحجم	المساحة	رقم خط الكنتور
		15	22
36.00	$ح = ٠,٥ * ١ (٥٧ + ١٥)$		
		57	21
73.50	$ح = ٠,٥ * ١ (٩٠ + ٥٧)$		
		90	20
112.00	$ح = ٠,٥ * ١ (١٣٤ + ٩٠)$		
		134	19
221.50			اجمالي الحفر
مكعبات الردم			
		134	19
22.00	$ح = ٠,٥ * (١٣٤ - ١٧٨)$		
		178	18
49.50	$ح = ١,٥ * (١٧٨ - ٢١١)$		
		211	17
80.00	$ح = ٢,٥ * (٢١١ - ٢٤٣)$		
		243	16
151.50			اجمالي الردم

طريقة أخرى لحساب مكعبات الردم

١- تحسب المكعبات الواقعة فى منطقة الردم تجاوزا على أساس انها مكعبات حفر من القانون

$$= \frac{1}{2} \text{ الفترة الكنتورية } \times (\text{مجموع مساحتى الكونترين المتتاليين})$$

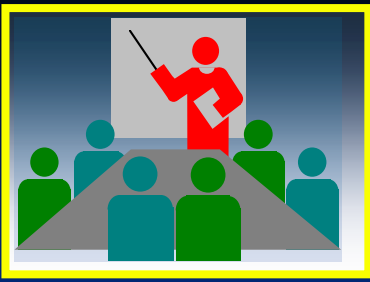
٢- يحسب حجم اسطوانة المكعبات بمنطقة الردم

$$= \text{مساحة أكبر كنتور } \times (\text{المسافة الرأسية بين كنتور التسوية وكنتور الأرض الطبيعية})$$

٣- حساب مكعبات الردم

$$= \text{حجم الاسطوانة} - \text{حجم المكعبات الواقعة فى منطقة الردم المحسوبة تجاوزا على أساس انها مكعبات حفر}$$

مكعبات الحفر			
الكمية	معادلة الحجم	المساحة	رقم خط الكنتور
		15	22
36.00	ح = ٠,٥ * ١ (٥٧+١٥)		
		57	21
73.50	ح = ٠,٥ * ١ (٩٠+٥٧)		
		90	20
112.00	ح = ٠,٥ * ١ (١٣٤+٩٠)		
		134	19
221.50			اجمالي الحفر
مكعبات الردم			
		134	19
156.00	ح = ٠,٥ * ١ (١٧٨+١٣٤)		
		178	18
194.50	ح = ٠,٥ * ١ (٢١١+١٧٨)		
		211	17
227.00	ح = ٠,٥ * ١ (٢٤٣+٢١١)		
		243	16
577.50			اجمالي الحفر
729.00	حجم الاسطوانة = ٢٤٣ * ٣		حجم الاسطوانة
151.50			اجمالي الردم



Thanks

for

your

attention

I am glad to receive your additional comments at:

E-mail: saidmaghraby@yahoo.com